

General Disclaimer

One or more of the Following Statements may affect this Document

- This document has been reproduced from the best copy furnished by the organizational source. It is being released in the interest of making available as much information as possible.
- This document may contain data, which exceeds the sheet parameters. It was furnished in this condition by the organizational source and is the best copy available.
- This document may contain tone-on-tone or color graphs, charts and/or pictures, which have been reproduced in black and white.
- This document is paginated as submitted by the original source.
- Portions of this document are not fully legible due to the historical nature of some of the material. However, it is the best reproduction available from the original submission.

E83-10384

CR-172926



SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

"Made available under NASA sponsorship

in the interest of early and wide dis-

semination of Earth Resources Survey

Program information and without liability

for any use made thereof."

(E83-10384) PRELIMINARY STATISTICAL STUDIES
CONCERNING THE CAMPOS RJ SUGAR CANE AREA,
USING LANDSAT IMAGERY AND AERIAL PHOTOGRAPHS
(Instituto de Pesquisas Espaciais, São José)
16 p DC A02/nt A01

N83-32137

Unclass

CSCN 02C G3/43 00384

RECEIVED
NASA STI FACILITY
DATE 6/17/83
DCAF NO. 062949
PROCESSED BY
☒ NASA STI FACILITY
☐ ESA - SDS ☐ AIAA



INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

1. Publicação nº INPE-2723-NTE/200	2. Versão	3. Data Abril 1983	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem DSR/DIN	Programa SAFRAS		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) IMAGEM LANDSAT FOTOGRAFIAS AÉREAS AMOSTRAGEM EM DUAS FASES			
7. C.D.U.: 528.711.7:635.61(815.32)			
8. Título ESTUDOS ESTATÍSTICOS PRELIMINARES SOBRE A REGIÃO CANAVIEIRA DE CAMPOS - RJ, UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT E FOTOGRAFIAS AÉREAS		10. Páginas: 15	
		11. Última página: 14	
		12. Revisada por	
9. Autoria Samuel R. X. Costa Lourdes Bernadete F.C. Paião Francisco J. Mendonça Yosio E. Shimabukuro Valdete Duarte		Antonio Tebaldi Tardin Antonio Tebaldi Tardin	
		13. Autorizada por	
Assinatura responsável		Nelson de Jesus Parada Diretor	
14. Resumo/Notas <p>Este trabalho tem por objetivo aplicar a técnica de amostragem em duas fases a uma região piloto no município de Campos - RJ para estimar a área cultivada com cana-de-açúcar. Essa técnica compreende a utilização da correlação existente entre os dados do LANDSAT e as fotografias aéreas. Dos resultados obtidos concluiu-se que o sistema de amostragem em duas fases mostrou-se bastante preciso fornecendo como estimativa da área cultivada um valor que corresponde a 99,6% do obtido através das fotografias aéreas, o qual foi considerado como verdade terrestre. Essa estimativa apresentou um desvio padrão de 225 ha, o qual acarretou um coeficiente de variação de 0,6%.</p>			
15. Observações			

ESTUDOS ESTATÍSTICOS PRELIMINARES SOBRE A REGIÃO CANAVIEIRA DE CAMPOS-
RJ - UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT E FOTOGRAFIAS AÉREAS

Costa, S.R.X., Paião, L.B.F.C., Mendonça, F.J.,
Shimabukuro, Y.E., Duarte, V.

SUMÁRIO

Este trabalho tem por objetivo aplicar a técnica de amostragem em duas fases a uma região piloto no município de CAMPOS - RJ - para estimar a área cultivada com cana-de-açúcar. Essa técnica compreende a utilização da correlação existente entre os dados do LANDSAT e as fotografias aéreas. Dos resultados obtidos concluiu-se que o sistema de amostragem em duas fases mostrou-se bastante preciso fornecendo como estimativa da área cultivada um valor que corresponde a 99,6% do obtido através das fotografias aéreas, o qual foi considerado como verdade terrestre. Essa estimativa apresentou um desvio padrão de 225 ha, o qual acarretou um coeficiente de variação de 0,6%.

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema estatístico de estimativa da área ocupada com cana-de-açúcar. Para tanto, selecionou-se uma área piloto, localizada no município de Campos, no Rio de Janeiro.

A determinação da área ocupada com toda a população canavieira da área piloto foi obtida através de interpretação visual, tanto de fotografias aéreas quanto de imagens LANDSAT.

Com os dados obtidos da interpretação acima citada, foi determinado o tamanho do segmento ótimo e calculada a estimativa da área cultivada com cana-de-açúcar, com base em um sistema de amostragem em duas fases, que utiliza a estimativa de regressão, de modo a minimizar o custo para uma variância fixada.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a realização deste trabalho foi escolhida uma área de estudo com, aproximadamente, 984 km², localizada entre os paralelos 21° 40' e 21° 53' sul e os meridianos 41° 38' e 41° 14' oeste.

Sobre esta área de estudo foi feita uma cobertura aerofotográfica em junho de 1982 utilizando filme infravermelho colorido da KODAK, do tipo 2443.

A partir das fotografias aéreas obtidas na escala de 1:34.000, foi preparado um mosaico semicontrolado, através do qual foi gerado um mapa base da área de estudo. Posteriormente, este mapa foi reduzido para a escala de 1:100.000 pelo laboratório fotográfico de Cachoeira Paulista. Utilizaram-se ainda imagens do sensor MSS do satélite LANDSAT-3, na escala de 1:250.000, correspondendo à órbita 122, ponto 27, das passagens de 08/01/82 e 10/06/82, onde foi gerado também um mapa temático de cana, conforme Figura 2.1.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

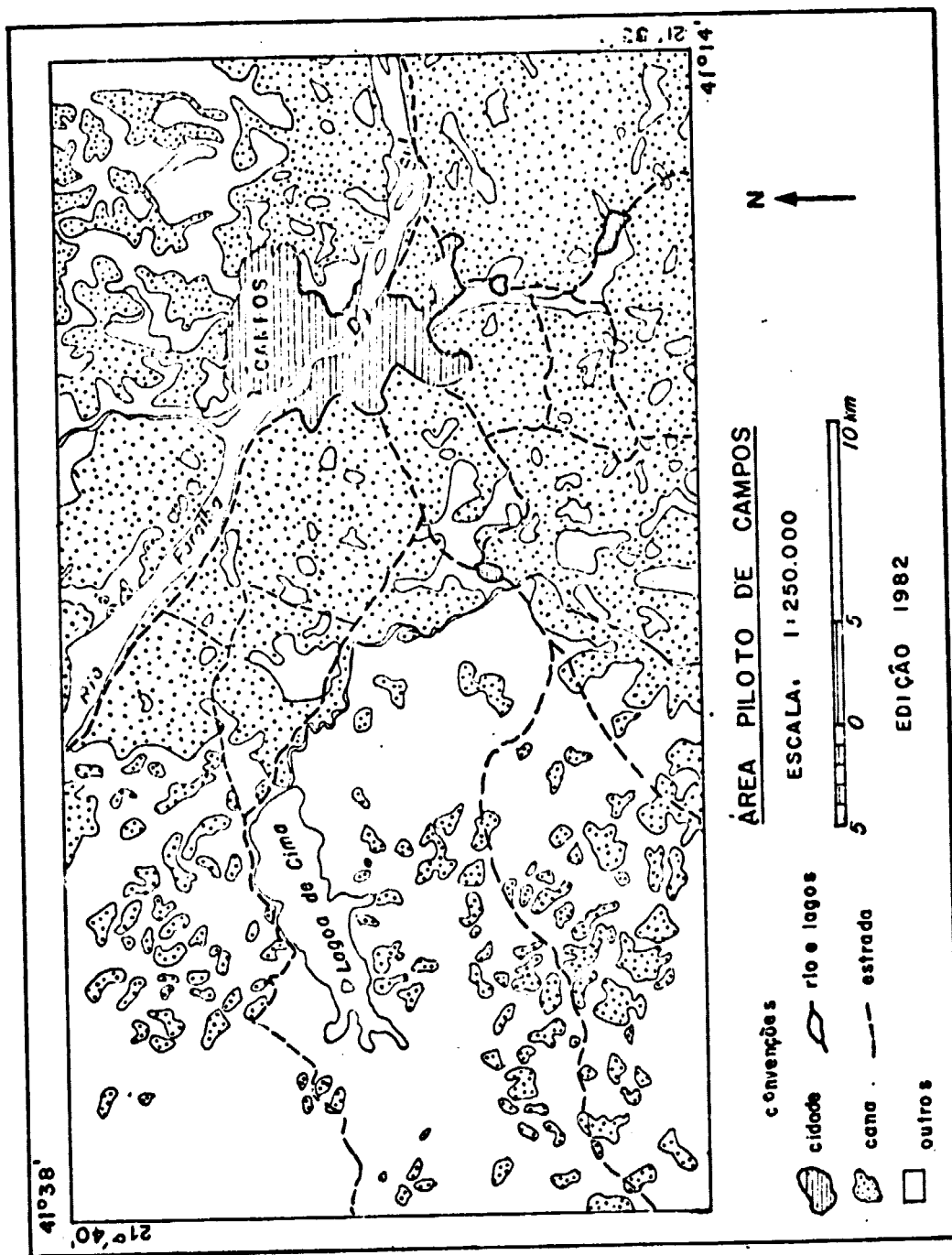


Fig. 2.1 - Mapa da área piloto de Campos mostrando a distribuição espacial de cana-de-açúcar obtida através de interpretação de imagens LANDSAT.

2.2 - TRAÇADO DA GRADE DE AMOSTRAGEM

Para efeito da avaliação da área ocupada com cana-de-açúcar, foi utilizada uma grade de pontos na qual cada um deles correspondia a 1 ha no mapa base, na escala 1:100.000, gerado a partir de fotografias aéreas. E nas imagens do LANDSAT, na escala de 1:250.000, cada ponto correspondia a 6,25 ha.

Para a seleção da amostra, foi traçada uma grade para cada um dos mapas temáticos, correspondendo cada quadrícula a 6,25 km² (Figura 2.2).

Da contagem dos pontos em cada quadrícula, obtiveram-se os valores de duas variáveis. A primeira, X, quando os mapas temáticos foram gerados a partir de imagens LANDSAT; e a segunda, Y, quando os mapas temáticos foram gerados a partir de dados de fotografias aéreas.

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

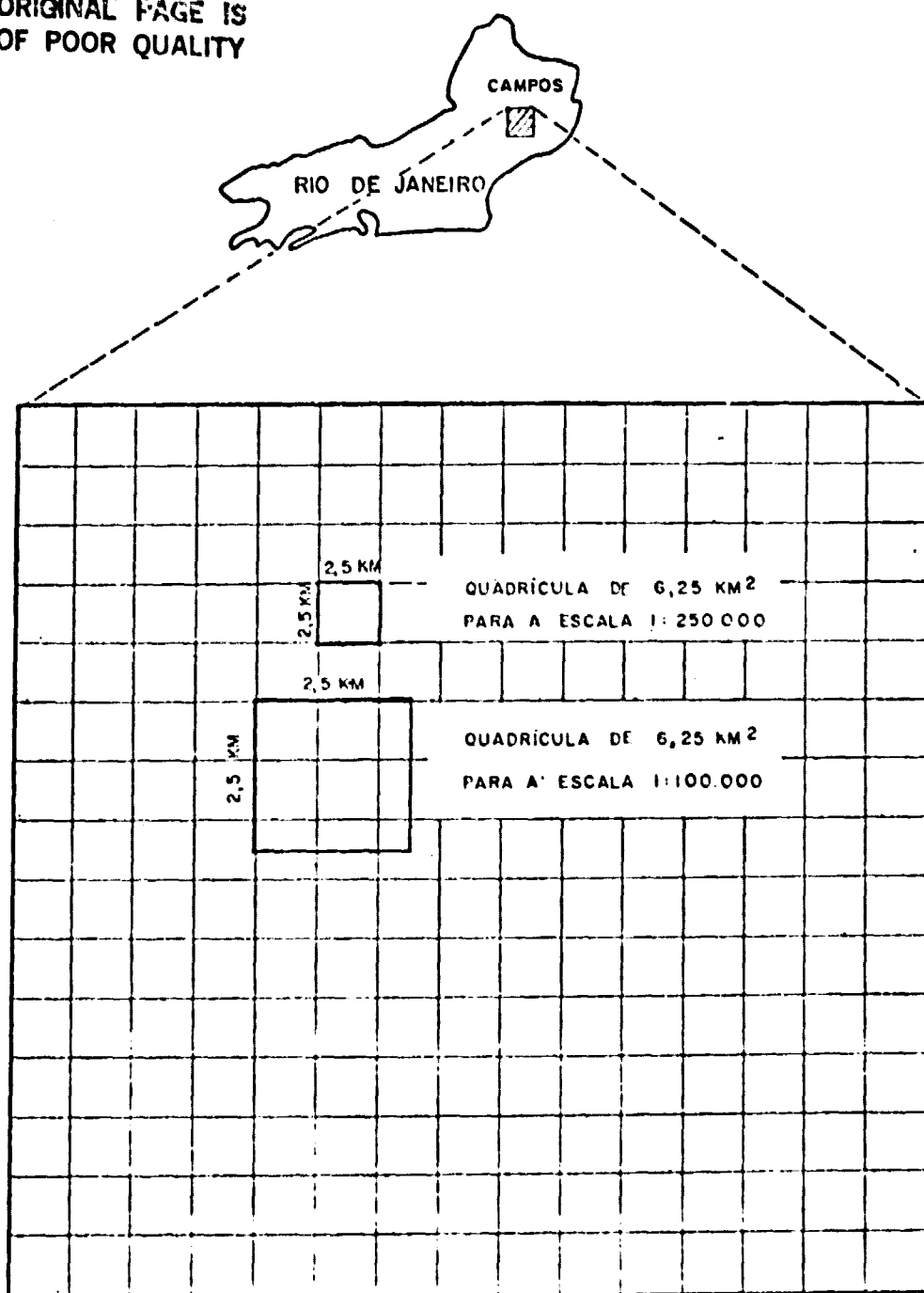


Fig. 2.2 - Mapa da situação da área de estudo dentro do Estado do Rio de Janeiro, demonstrativo do tamanho das quadrículas para as escalas de 1:100.000 e 1:250.000.

2.3 - DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DO SEGMENTO AMOSTRAL

A partir das grades anteriormente descritas, onde cada quadrícula continha uma área de $6,25 \text{ km}^2$, ou seja, um quadrado de $2,5 \text{ km} \times 2,5 \text{ km}$, procedeu-se a um estudo para determinar o tamanho ótimo do segmento amostral. Esse estudo foi feito com base no critério de máxima correlação entre as variáveis X (dados do LANDSAT) e Y (dados de fotografias aéreas). Consideram-se 10 tamanhos diferentes de segmentos, conforme pode-se ver na Tabela 2.1.

Embora o tamanho $7,5 \text{ km} \times 7,5 \text{ km}$ apresente o maior coeficiente de correlação entre as variáveis X e Y (94%), a área em estudo apresenta um número de segmentos amostrais relativamente pequeno que inviabiliza uma amostragem estatística. Devido a esta limitação, escolheu-se para este trabalho preliminar o segmento de tamanho $2,5 \text{ km} \times 2,5 \text{ km}$ para a realização da amostragem em duas fases por regressão (ver Cochran, 1963). A escolha deste tamanho de segmento possibilita um estudo preliminar, embora diminua a eficiência da amostragem em duas fases devido ao menor coeficiente de correlação (73%).

TABELA 2.1

TAMANHO, NÚMERO DOS SEGMENTOS AMOSTRAIS E SEUS
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

TAMANHO DOS SEGMENTOS AMOSTRAIS	NÚMERO DE SEG. AMOS TRAIS NÂ ÁREA DO EX PERIMENTO	r	ML	DPL	MA	DPA
(km)			(Ha)		(Ha)	
2,5 x 2,5	170	0,73	235	183	233	167
2,5 x 5,0	85	0,81	444	348	441	320
2,5 x 7,5	56	0,82	666	473	661	410
2,5 x 10,0	42	0,86	799	663	793	602
5,0 x 5,0	42	0,85	888	648	882	578
5,0 x 7,5	28	0,84	1332	880	1322	731
5,0 x 10,0	21	0,93	1612	1225	1587	1113
7,5 x 7,5	18	0,94	1665	1432	1653	1229
7,5 x 10,0	14	0,94	2034	1908	1984	1778
10,0 x 10,0	10	0,93	2663	2281	2645	2130

r : Correlação entre as variáveis X (dados do LANDSAT) e Y (dados das fotografias aéreas).

ML : Média da área de cana-de-açúcar no segmento amostral obtido a partir da identificação de dados do LANDSAT.

DPL : Desvio padrão calculado a partir da média da área de cana-de-açúcar do segmento amostral, utilizando dados do LANDSAT.

MA : Média da área de cana-de-açúcar no segmento amostral obtido a partir da identificação de dados de fotografias aéreas.

DPA : Desvio padrão calculado a partir da média da área de cana-de-açúcar do segmento amostral, utilizando dados de fotografias aéreas.

2.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

O número de amostras, em cada fase, foi determinado através do critério de minimização do custo total da estimativa, para um erro não maior que 5% e um coeficiente de confiança de 95%.

Segundo Cappelletti et alii (1982) os valores de k - número de segmentos na primeira fase de amostragem sobre X , e n - número de segmentos na segunda fase da amostragem sobre Y , basearam-se na variância de Y (s^2_y) e na correlação (r) de X e Y . O cálculo de k e n e dos parâmetros estatísticos foram obtidos a partir dos valores de toda a população que se tinha disponível.

Obtidos k e n , simulou-se uma sequência de 70 amostras aleatórias para cada fase, das quais a amostra da segunda fase foi uma subamostra aleatória da primeira fase.

Com os dados da simulação, calculou-se uma sequência de valores de \hat{Y}_R (estimador do total de cana-de-açúcar) e de $V(\hat{Y}_R)$ (variância do estimador), obtendo-se:

$$D = \hat{Y}_R - \alpha,$$

onde α corresponde ao valor de 39.673 ha de cana-de-açúcar de toda a região em estudo, obtido através da interpretação de fotografias aéreas. O valor de α foi tomado como verdade terrestre para a avaliação da estimativa da área plantada com cana-de-açúcar, obtida através do sistema de amostragem em duas fases.

3 - RESULTADOS

3.1 - OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a determinação dos números de segmentos amostrais de imagens LANDSAT e fotografias aéreas, faz-se necessário conhecer a

relação entre os custos desses dois levantamentos (ver Loestsch and Hailer, 1973). Essa relação foi computada a partir dos custos das imagens LANDSAT, do levantamento aerofotográfico, do tempo de interpretação e do trabalho de campo. Essa relação entre os custos é específica para essa área em estudo, uma vez que todos os custos têm uma variabilidade decorrente do tamanho da área que está sendo estudada.

Tomando-se como base o coeficiente de correlação $r = 0,725$, o desvio padrão $s_y = 167$, a relação entre os custos dos levantamentos com dados do LANDSAT e de fotografias aéreas ($C1/C2$) que foi de 1:4, e fixando-se um erro máximo na estimativa da ordem de 5% com uma confiança de 95%, o número de segmentos amostrais para a primeira fase (variável X, área obtida pelo LANDSAT) foi $k = 77$ e para a segunda fase (variável Y, fotografias aéreas) foi $n = 36$. O custo total foi de 221 unidades monetárias.

3.2 - RESULTADOS DA AMOSTRAGEM

Com os dados das 70 amostras simuladas chegou-se aos seguintes resultados:

- a) O valor médio da sequência de estimativas da área ocupada com cana-de-açúcar foi de 39.515 ha. Tal valor correspondeu a 99,6% do total obtido no levantamento feito através de fotografias aéreas, o qual foi considerado como verdade terrestre. O desvio padrão dessa estimativa foi de 225 ha, o que correspondeu a um coeficiente de variação de 0,6%.
- b) O intervalo de confiança do total da área cultivada, para um coeficiente de confiança de 95%, foi: 38.675 ha; 40.355 ha, cujos limites, em termos percentuais, correspondem a 97,5% e 101,7% do obtido através de fotografias aéreas.

- c) Comparando o valor obtido através das fotografias aéreas (verdade terrestre), 39.673 ha, com a estimativa amostral, 39.515 ha, pode-se observar que a diferença absoluta foi de 158 ha, com erro padrão de 421 ha. O cálculo do intervalo de confiança com 95% teve os limites de - 684 ha e 1.000 ha.
- d) A área total com cana-de-açúcar, obtida através da interpretação visual de imagens LANDSAT, foi de 39.950 ha. Comparando este resultado com aquele obtido através da amostragem em duas fases por regressão, 39.515 ha, tem-se uma diferença absoluta de 435 ha.
- e) No caso em que se utilizou um sistema de amostragem aleatória simples, unicamente com dados do LANDSAT, foi calculada uma amostra de tamanho $K = 145$. A estimativa da área total com cana-de-açúcar foi $\bar{X} = 40.120$ ha, que correspondeu a 101,1% da verdade terrestre.
- f) A eficiência do sistema de amostragem em duas fases, comparada com o sistema de fase única, no qual se utilizaram somente da dos de fotografias aéreas, foi de 90%, o que significa que, para cada unidade monetária gasta na amostragem em duas fases, foi necessário investir 0,90 unidades na amostragem simples.

3.3 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 3.1 compara os resultados das estimativas da área de cana-de-açúcar, através dos métodos de amostragem em duas fases e aleatória simples das imagens LANDSAT, com o valor da área de cana-de-açúcar obtido através de interpretação de fotografias aéreas.

TABELA 3.1

RESULTADOS DA ESTIMATIVA DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO OS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM EM DUAS FASES E AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES, EM RELAÇÃO AO VALOR DE 39.673 Ha OBTIDO ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

LEVANTAMENTO	ESTIMATIVA POR AMOSTRAGEM EM DUAS FASES			ESTIMATIVA POR AMOSTRAGEM ALEATÓRIA SIMPLES		
	ÁREA ESTIMADA EM Ha.	DIFERENÇA EM RELAÇÃO À VERDADE TERRESTRE		ÁREA ESTIMADA EM Ha.	DIFERENÇA EM RELAÇÃO À VERDADE TERRESTRE	
		ABSOLUTA (Ha)	RELATIVA (%)		ABSOLUTA (Ha)	RELATIVA (%)
1982	39.515	158	0,40	40.120	447	1,13

ORIGINAL PAGE IS
OF POOR QUALITY

Como se pode observar na Tabela 3.1, ao se utilizar tanto o método de amostragem em duas fases, como o método de amostragem aleatória simples, os erros relativos cometidos foram de apenas 0,40% e 1,13%, respectivamente. Tal fato parece ter explicação na grande homogeneidade da área de estudo, em termos da distribuição espacial da cana-de-açúcar, aliada à grande afinidade adquirida pelos fotointerpretes com esta área, através da análise das fotografias aéreas, que lhes permitiram estabelecer os padrões espectrais para interpretação das imagens LANDSAT.

4 - CONCLUSÃO

Com base nos resultados alcançados no presente trabalho, chegou-se às seguintes conclusões:

- 1) A utilização de um sistema de amostragem em duas fases mostrou-se menos eficiente, porém com uma diferença relativa muito próxima da amostragem aleatória simples, que conduziu a uma precisão bastante elevada.
- 2) A homogeneidade, em termos de distribuição espacial da cana-de-açúcar na área de estudo, o conhecimento dessa distribuição espacial de cana pelos fotointerpretes, através da análise de fotografias aéreas, acrescido do pequeno tamanho da área de estudo, devem ter influenciado decisivamente os resultados quanto à estimativa da área de cana, utilizando tanto o método de amostragem em duas fases como o método de amostragem aleatória simples.

5 - COMENTÁRIO

Esse estudo conduziu aos resultados preliminares sobre a região canavieira de CAMPOS-RJ, podendo servir como dados para estudos posteriores em toda região canavieira do Rio de Janeiro.

A amostragem aleatória simples dos dados levantados por imagens do LANDSAT resultou mais eficiente em relação ao sistema de duas fases devido à pequena diferença entre os custos do levantamento aerofotográfico e do levantamento por imagens do LANDSAT, e ainda pela utilização, neste estudo, de unidades amostrais com coeficiente de correlação menor que a unidade amostral ótima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPPELLETTI, C.A.; MENDONÇA, F.J.; LEE, D.C.L.; SHIMABUKURO, Y.E.

Estimation of the sugar cane cultivated area from LANDSAT images using the two phase sampling method. São José dos Campos, INPE, Jul. 1982. (INPE-2489-PRE/172).

COCHRAN, W.G. Sampling Techniques, 2nd ed, New York, J. Wiley and Sons, 413 p., 1963.

LOESTSCH, F.; HALLER, K.E. Forest Inventory, vol. II, 2nd ed., BLV VERLAGS GESELLSCHAFT MÜNCHEN BERN WIEN, GERMANY, 433 p. 1973.